

海岸不規則波の動特性について

浜 中 建 一 郎*・佐 伯 浩**

1. はし が き

海岸不規則波の動特性を調べるための第一段階として、今回は、水位変動と圧力変動を現地観測し、2者の関係、および微小振幅波理論との関係について調べてみた。

その結果、海岸不規則波の動特性は、単に個々の成分波のパワースペクトルの強さではなく、むしろ、パワースペクトルの構造により強く影響されていることが見い出された。

2. 観 測 方 法

観測は、昭和 45 年 7 月、北海道苫小牧沿岸、沖約 2 km、水深約 14 m の地点に設置してある北海道開発局の観測塔において行なった(図-1)。測定は、6 種の圧力計設置水深(約-1.5 m~-4.5 m)における圧力変動と、その真上での水位変動を同時記録して行なった。圧力変動はストレインゲージ形の圧力変換器、水位変動は容量式波高計を用いた(図-2)。圧力変換器は受圧面 0.5 cm² 程度で、回りの水の流線をできるだけ乱さぬよう、親指大の卵形をしたゴムに埋込み受圧面を滑らに出し上向きに設置した。レコーダはビジグラフを用いた。また観測は、潮汐による流れや、水位変化の影響を受けぬよう、満潮時、干潮時をできるだけ選んで行なった。観測諸元は表-1のごとくである。

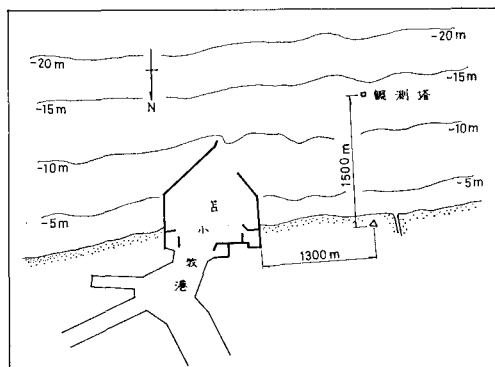


図-1 観測塔付近図

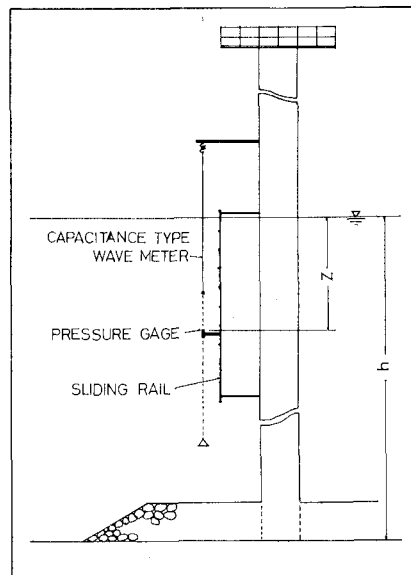


図-2 観 測 塔

表-3 観測諸元

CASE	D A T E	LENGTH OF RECORD (minute)	h (m)	Z (m)	z/h
I	7.23 15:55	7.2	14.2	1.17	0.08
II	" 16:20	21.2	14.3	1.29	0.09
III	7.24 12:30	22.5	14.7	1.66	0.11
IV	" 13:35	23.1	14.6	2.56	0.17
V	7.25 12:53	11.0	14.0	3.95	0.28
VI	" 13:13	9.9	14.0	4.45	0.31

h: 水 深 Z: 水 圧 計 設 置 水 深

3. 解 析 方 法

得られた記録は 0.1 または 0.2 秒間隔で読み取りデジタル型の計算によって、水位変動、圧力変動おのののパワースペクトル、2者間のクロススペクトル、周波数応答関数、コヒーレンシーを計算した。

図-3~図-8 はおのののパワースペクトル、図-9~図-11 は周波数応答関数、図-12~図-14 はコヒーレンシーである。

* 正会員 北海道大学助手 工学部土木工学科

** 正会員 北海道大学助教授 工学部土木工学科

ここで周波数応答関数の図の実線は、いわゆる水圧フィルターと呼ばれている。

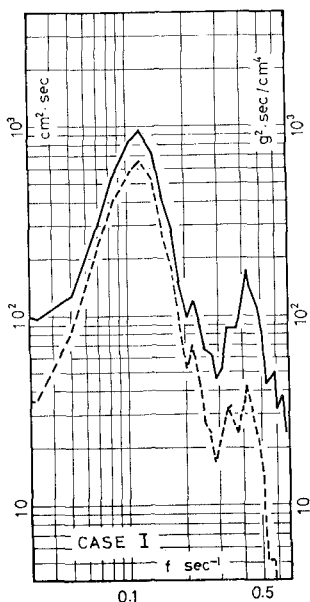
$$S(f) = \frac{\cosh k(h-z)}{\cosh kh} \dots \dots \dots (1)$$

である。これは微小振幅波理論における水位変動—圧力変動の周波数応答関数である。

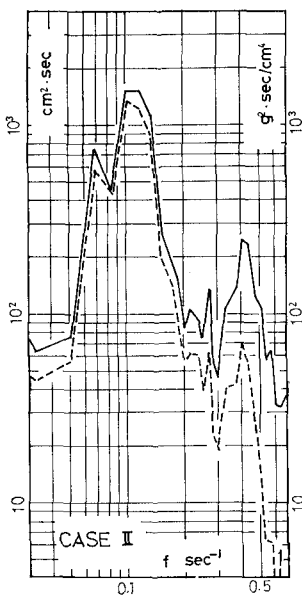
これらの図から次のような傾向が見い出せる。

(1) 3日間のスペクトル構造はおのおの特徴があり、24日(ケースⅢ,Ⅳ)は1つのピークを持ち、25日(ケースⅤ,Ⅵ)は2つのピークを持ち、23日(ケースⅠ,Ⅱ)はその中間的構造である。

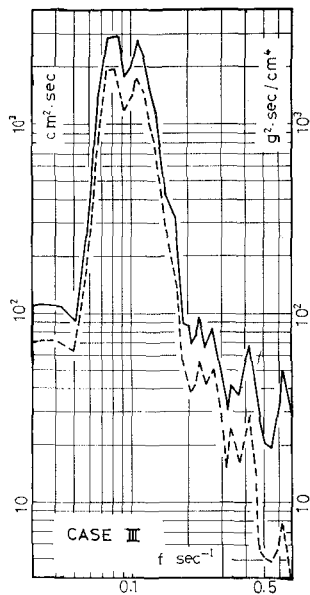
(2) 測定された周波数応答は微小振幅波理論における水圧フィルターに比し、低周波領域で低く、高周波領域で高く出る傾向がある。これは、本間ら¹⁾の実験でも



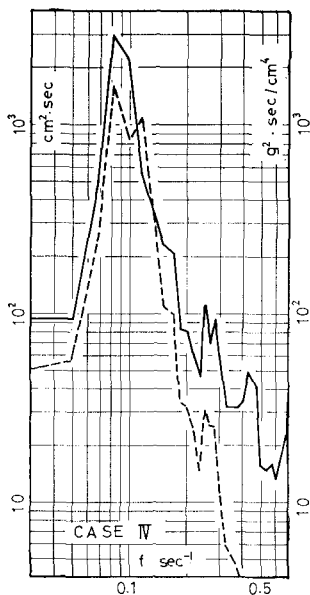
図—3 水位変動と圧力変動の
パワースペクトル



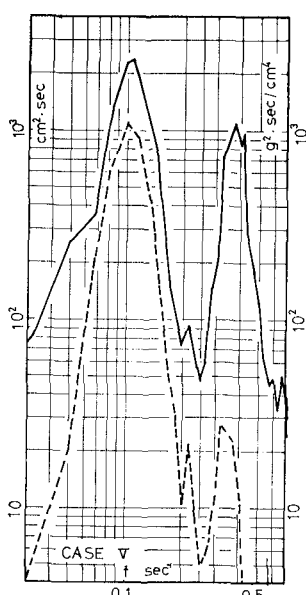
図—4 水位変動と圧力変動の
パワースペクトル



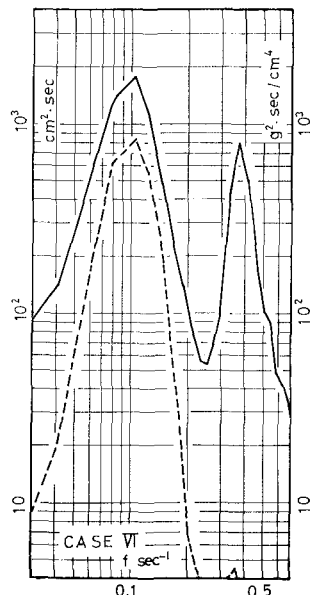
図—5 水位変動と圧力変動の
パワースペクトル



図—6 水位変動と圧力変動の
パワースペクトル



図—7 水位変動と圧力変動の
パワースペクトル



図—8 水位変動と圧力変動の
パワースペクトル

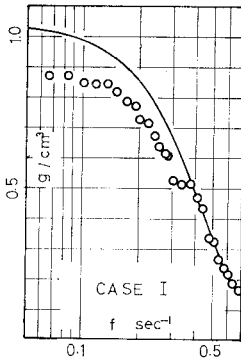


図-9 周波数応答関数

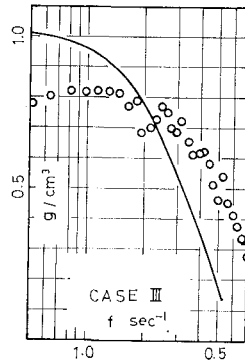


図-10 周波数応答関数

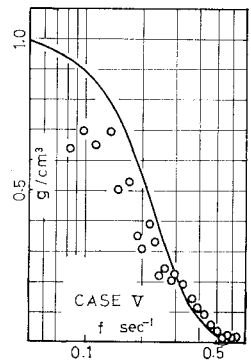


図-11 周波数応答関数

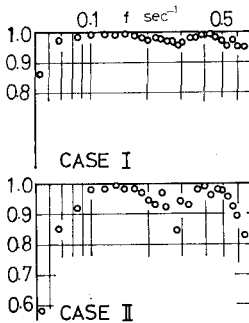


図-12 コヒーレンシー

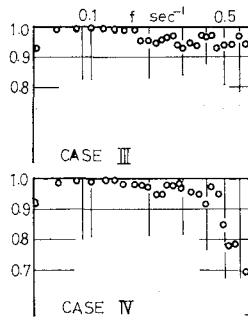


図-13 コヒーレンシー

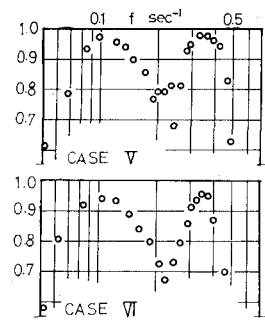


図-14 コヒーレンシー

同様の傾向が得られているが、対象となる周波数領域が異なるため、同一には論ぜられない。

(c) スペクトル構造のくびれの部分では、線形性が悪い。

(3) コヒーレンシーの図から水位変動—圧力変動間の線形性には一般に次のような傾向が見出せる。

4. 微小振幅波理論に対する補正係数 (n)

(a) エネルギー密度が高いほど線形性は良い。

これまで、圧力式波高計の補正係数という形で、多くの研究がなされてきている。ここでも、不規則波の特性

(b) 圧力計設置水深 (z) が深いほど線形性は悪い。

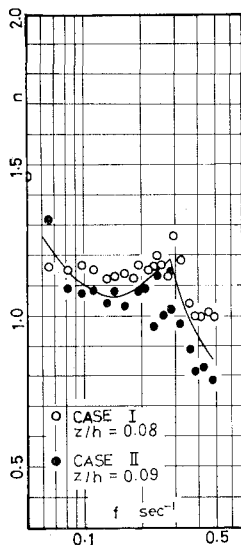


図-15 補正係数

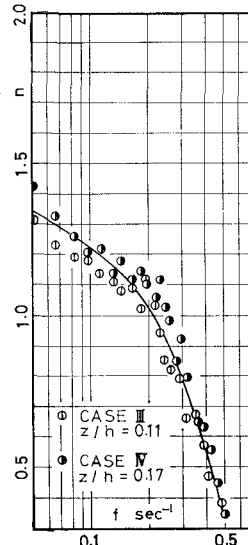


図-16 補正係数

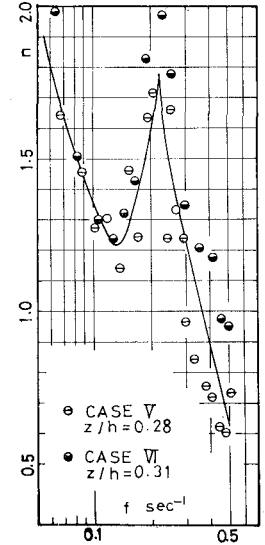


図-17 補正係数

を見るうえで便利と思われるので、若干の考察を試みる。

これまでと同様、補正係数 (n) を次のように定義する。実測値からの周波数応答関数を $G(f)$ とすると、式(1)の $S(f)$ を用いて

$$n = S(f)/G(f) \dots\dots\dots (2)$$

とする。

図—15～図—17 は、3.(1) のスペクトル構造の特徴に従って類別した。これらの図から、次のことが読みとれる。

(1) 同じスペクトル構造を持つケースは、 n も似た分布形状を持っていることから、 n はスペクトル構造による影響が著しい。

(2) スペクトルのくびれの位置で n はピークを持つ傾向がある。

(3) 周波数の増加に従って、 n は減小する傾向がある。

(4) z/h による影響はあまり見られない。

5. む す び

これまで述べてきたことの中で、特に注目したいのは

n の分布形状がスペクトル構造に大きく依存しているということと、スペクトルのくびれと、コヒーレンシーの落ち込みと、 n のピークが一致したという点である。より具体的にいえば、パワースペクトルの第2のピークが存在する部分の周波数成分が、くびれの部分に対応する圧力変動の周波数成分を低くする作用をしているように見える。

以上、海岸不規則波の動特性を調べるという意味から水位変動と圧力変動との関係を述べてきたが、その正確なメカニズムを解明するにはいたらない。今後、この種の観測をより多く行ない。成分波間の相互作用を明らかにする方向で研究を進めたい。

終りにあたって、観測に際し、多大の協力をいただいた、北海道開発局苫小牧港建設事務所試験室の皆さんに心から謝意を表す。なお、この論文中の計算は、北海道大学計算センターにおいて行なった。

参 考 文 献

- 1) 本間 仁・堀川清司・小森修蔵：水圧変動波形と水面波形の相関性，第12回海岸工学講演会講演集(1965)。